

**PROPUESTA DE RESTITUCIÓN DE *Helianthemum polygoniodes* EN LA
RESERVA NATURAL “SALADAR DE CORDOVILLA”**



Isabel Prado Fernández
Máster de Restauración de Ecosistemas
Restauración de Poblaciones
Junio 2010

ÍNDICE

1. Definición del problema de <i>Helianthemum polygonoides</i>	3
2. Datos sobre las poblaciones de <i>Helianthemum polygonoides</i> . Tendencias de la población sin intervención.	4
3. Causas que motivan la necesidad de llevar a cabo un programa de restitución.	10
4. Características destacables de la especie.	12
5. Tipo de restitución a realizar y justificación.	15
6. Determinación de objetivos.	16
7. Selección de la localidad donde llevar a cabo la reintroducción.	19
8. Selección del material genético de partida.	20
9. Método de cultivo.	21
10. Selección del tipo de individuos a utilizar en la restitución.	21
11. Determinación del número de genotipos e individuos para la restitución.	22
12. Modelación demográfica de la operación. Análisis de la tendencia poblacional con intervención.	22
13. Descripción de los procesos de establecimiento de la población indicando las condiciones ambientales más adecuadas, los detalles del proceso y la preparación del medio necesaria.	26
14. Descripción del Plan de Monitorización y actuaciones <i>a posteriori</i> .	28
15. Bibliografía.	30

1. Definición del problema de *Helianthemum polygonoides*.

Helianthemum polygonoides es un taxón con una única población conocida situada en su mayor parte dentro de la Reserva Natural “Saladar de Cordovilla” (Decreto 121/ 2006). Si bien esta Reserva Natural ocupa una superficie total de 294, 61 ha y se encuentra dentro de los términos municipales de Torraja (Albacete) y Hellín (Albacete) el área de ocupación actual de *Helianthemum polygonoides* se localiza solamente en Tobarra siendo inferior a 16 ha (158.800m²), encontrándose fragmentada y distinguiéndose dos núcleos poblacionales (Copete, M.Á. *et al.*, 2009) y varios fragmentos.

La distribución actual de esta especie muestra que el preocupante retroceso experimentado es debido no a su agotamiento biológico, sino a la degradación casi total de su hábitat (Copete, M.Á. *et al.*, 2009). Por ello es importante remarcar que la supervivencia de este endemismo ibérico se ve amenazada por las siguientes causas (Decreto 121/ 2006):

- Aumento de la red de drenajes y puesta en cultivo de los terrenos agrícolas donde se distribuye. Estos terrenos sufren una gran presión para su aprovechamiento con cultivos hortícolas tales como el pimiento, melón, lechuga, etc. Este aprovechamiento se realiza una temporada para ser abandonado el cultivo al menos un par de años, dada la poca fertilidad del terreno. El aumento de la superficie de cultivo y a la intensificación de los mismos conlleva un incremento de “inputs” (agua, biocidas, fertilizantes, plásticos, etc.) perjudiciales para *Helianthemum polygonoides*.

- Quemas de regeneración de pastos periódicas incontroladas que se suponen favorecen el pastoreo y que reiteradamente ponen en peligro el mantenimiento de la vegetación natural de la zona.

- Las vías de comunicación y la presión urbanística en el albardinal con casas diseminadas en un gran radio sin ningún orden urbanístico empleando estos albardinales como escombreras y basureros (chatarra y vidrio principalmente). (P. Ferrandis *et al.*, 2004).

- El exceso de pastoreo, con el mordisqueo de los brotes jóvenes, reduce de forma significativa la producción de semillas. En la actualidad el pastoreo afecta a más de un tercio de la superficie donde se asienta *Helianthemum polygonoides*, y es el responsable de la reciente regresión y fragmentación que ha sufrido la población en la localidad clásica Casa Siscar, en el Área Crítica situada más al norte. (P. Ferrandis *et al.*, 2001).

- Habría que considerar también la existencia de antiguas excavaciones asociadas a la extracción de yesos como una posible causa del retroceso de esta población. (P. Ferrandis *et al.*, 2004).



Figura 1. Incidencia (en %) de los tipos de perturbación en el hábitat natural de *Helianthemum polygonoides*.

Además de estudiar las causas que amenazan a la especie es importante saber cuál es el estado de la única población remanente de *Helianthemum polygonoides* para poder considerar o no la necesidad de llevar a cabo un programa de restitución.

2. Datos sobre las poblaciones de *Helianthemum polygonoides*. Tendencia de la población sin intervención.

Como se ha mencionado al principio, la única población de *Helianthemum polygonoides* se encuentra en Tobarra (Albacete) (Figura 2) y consta de 185.000 individuos (censo del 2004) que se distribuyen en dos núcleos principales y varios fragmentos periféricos. (Figura 1). La presencia de estos fragmentos constituye una evidencia clara de la severa fragmentación que ha venido sufriendo el hábitat de la especie en tiempos recientes. (P. Ferrandis *et al.*, 2004).



Escala: 1:50.000

Figura 2. Área de distribución de *Helianthemum polygonoides* (en verde). Aquellas localidades que no pueden verse en el mapa debido a su pequeño tamaño y a la escala utilizada (1:50.000), se marcan con un círculo. La línea naranja señala los límites geográficos del “Saladar de Cordovilla” y las líneas azules las dos “Áreas Críticas” delimitadas en el Plan de Recuperación de la especie (D.236/1999). Los números del margen indican las coordenadas UTM. Fuente: Pablo Ferrandis *et al.*, 2004.

El núcleo septentrional (Cordovilla) (98.600 m²) tiene un estado de conservación aceptable aunque las zonas de pastoreo y la influencia de los núcleos urbanos constituyen una presión amenazante. El núcleo meridional (Prado Guerrero) (47400 m²) está bien conservado. El resto de los fragmentos donde encontramos *Helianthemum polygonoides* están aislados y se encuentran en muy mal estado debido a la alteración del hábitat. (Copete, M.Á. *et al.*, 2004). Los fragmentos periféricos corresponden a los denominados en la Figura 2 como Aljubé, Depuradora, Casa Sicar, Mora de Santa Quiteria, Tobarra y Alboraj.

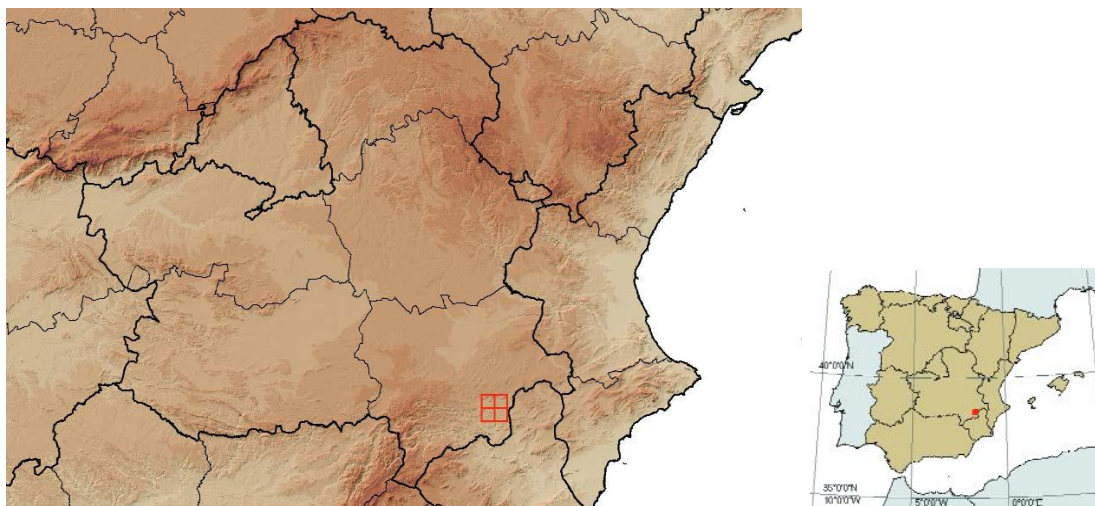


Figura 3. Localización de la población de *Helianthemum polygonoides* en Tobarra, Albacete. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Población: Saladar de Cordovilla	Individuos (año 2004)	Estado de conservación	Extensión m ²
Núcleo poblacional septentrional (Cordovilla)	74.451	Aceptable: pastoreo y núcleos urbanos	98600
Núcleo poblacional meridional (Prado Guerrero)	109.213	Bien conservado	47400
Fragmentos periféricos	15.573	Mal: destrucción de hábitat	---

Tabla 1. Número de individuos y estado de conservación de los diferentes núcleos poblacionales. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

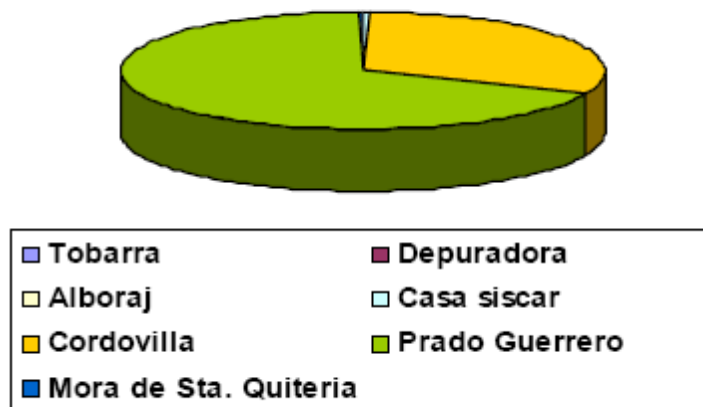


Figura 4. Distribución del número de plantas distribuidas en cada núcleo poblacional. Fuente: Copete, M.Á. *et al.*, 2004

Cabe remarcar que hoy en día sólo existen dos pequeños fragmentos protegidos mediante un vallado por la administración autonómica como consecuencia del Plan de Recuperación sin embargo Pablo Ferrandis y su equipo señalan que han sido destruidos porque desgraciadamente ha entrado el ganado.

Para estudiar la evolución demográfica de la población en se realizó un estudio entre 2001 y 2006 sobre el núcleo septentrional (Cordovilla). Este núcleo fue considerado como representativo de la historia reciente de las perturbaciones de la zona por los autores y se supuso como el mejor núcleo indicador sobre el futuro de la población una vez cesaran los impactos ya que en 2006 pasó a formar parte de la Reserva Natural del Saladar de Cordovilla. (Copete, M.Á. *et al.*, 2004).

Para el estudio demográfico se marcaron 414 individuos. La evolución de estos individuos se muestra en la siguiente tabla (Tabla 2):

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Cordovilla	237	196	245	244	115	96

Tabla 2. Evolución de individuos en las parcelas de seguimiento durante los años de estudio. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Para determinar la estructura de las clases del estudio demográfico del núcleo poblacional seleccionado se siguieron una serie de criterios. (Copete, M.Á. *et al.*, 2004):

1. Debido a la existencia de una relación significativa entre el diámetro y el número de flores, individuos adultos se agrupan en dos clases.

2. La clase de vegetativos incluye a los individuos no reproductivos y a las plántulas.
3. Debido a la presencia de un banco de semillas del suelo permanente, se ha utilizado la información disponible para crear una clase de semillas. Se ha considerado que las semillas pueden tener una vida máxima de 5 años en el banco del suelo.

Con esto la población quedaría estructurada de la siguiente manera:

-Clase 1: Semilla

-Clase 2: Vegetativo

-Clase 3: Reproductor 1. Diámetro ≤ 20 cm

-Clase 4: Reproductor 1. Diámetro > 20 cm

Con estas clases se elaboraron la matriz de transición media (Tabla 3) y elasticidad media (Tabla 4). (Copete, M.Á. *et al.*, 2004):

Cordovilla				
	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Clase 1	0,692	0,000	38,616	171,418
Clase 2	0,002	0,405	0,141	0,394
Clase 3	0,000	0,092	0,555	0,104
Clase 4	0,000	0,010	0,160	0,700

Tabla 3. Matriz de transición media. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Puede observarse que la supervivencia de las plántulas es muy baja principalmente debido al pastoreo y al elevado estrés hídrico.

Cordovilla				
	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Clase 1	0,1899	0,000	0,0160	0,0521
Clase 2	0,0697	0,0697	0,0074	0,0152
Clase 3	0,000	0,0773	0,1428	0,0196
Clase 4	0,000	0,0157	0,0771	0,2475

Tabla 4: Matriz de elasticidad media. Fuente: Elaboración propia. RAMAS Ecolab: Applied Ecology Laboratory 2.0.

Con la **matriz de transición media** podemos deducir que la mayor contribución a la reproducción se debe a los individuos de la clase 4, así como la mayor supervivencia de los individuos adultos (clases 3 y 4).

Los valores de la **matriz de elasticidad** señalan que los individuos reproductores son los más importantes para mantener la viabilidad de la población.

Además la **tasa finita de crecimiento de la población** (λ) es igual a 0,9460 (*RAMAS Ecolab: Applied Ecology Laboratory 2.0*) siendo una tasa de crecimiento media decreciente.

El **valor reproductivo** más alto lo tienen los individuos de la clase 4 según indica la siguiente figura (Figura 5):



Figura 5. Valor reproductivo del núcleo poblacional estudiado (Cordovilla). Fuente: Elaboración propia. *RAMAS Ecolab: Applied Ecology Laboratory 2.0*.

En cuanto a la **residencia media** indicar que la clase en la que los individuos pasan la mayor parte de su vida es en la clase 1 (semilla) y la clase 4 (Reproductor 2). Esto explica que haya un gran banco de semillas remanente en el suelo y que una vez alcanzado el estado reproductor 2 los individuos permanecen más tiempo en esa fase del ciclo vital. (Figura 6).

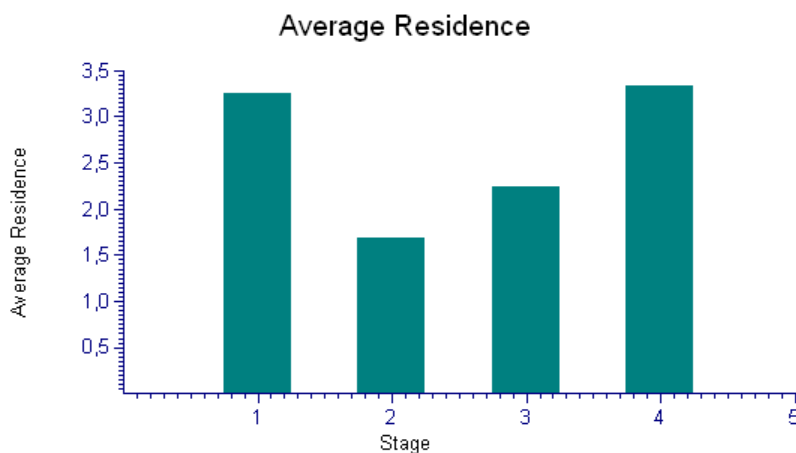


Figura 6. Residencia media. Fuente: Elaboración propia. *RAMAS Ecolab: Applied Ecology Laboratory 2.0*.

Finalmente con la aplicación de los criterios demográficos de la UICN del núcleo poblacional estudiado se llegó a las siguientes conclusiones. (Copete, M.Á. *et al.*, 2004):

- La reducción proyectada ($p=0,90$) de la abundancia en 10 años es del 0%
- La probabilidad de extinción estimada para dentro de 10 y 20 años es del 0% mientras que para dentro de 100 años es del 96%.

Estas conclusiones son abaladas por la proyección realizada con el programa de modelización *RAMAS Ecolab: Applied Ecology Laboratory 2.0* el cual, aunque tiene un horizonte máximo de 50 años, muestra la clara **trayectoria de declive** (Figura 7) y la **probabilidad de extinción** (Figura 8).

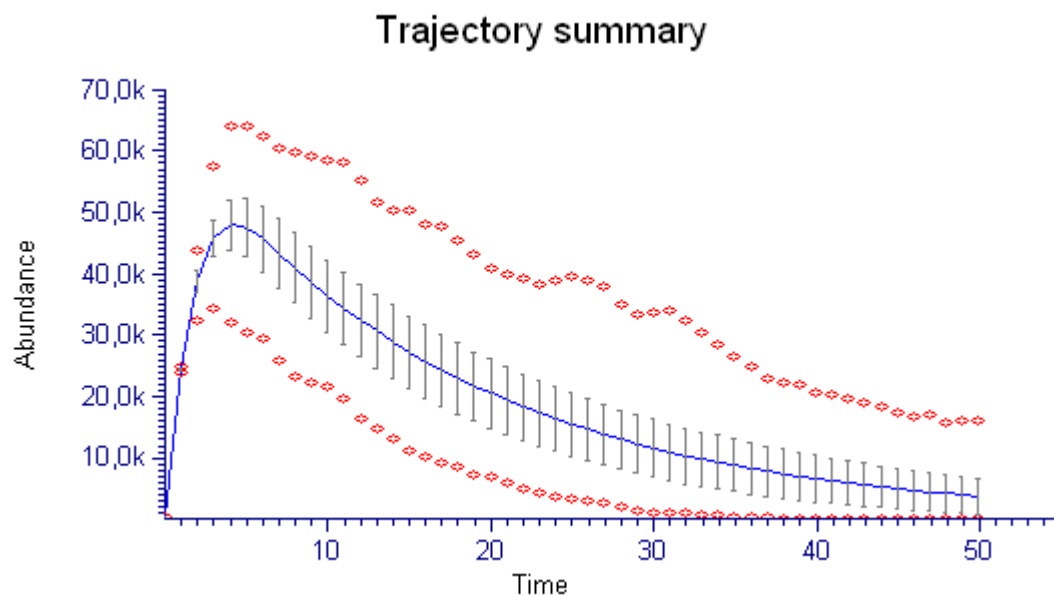


Figura 7. Trayectoria de la población en 50 años. Fuente: Elaboración propia. *RAMAS Ecolab: Applied Ecology Laboratory 2.0*.

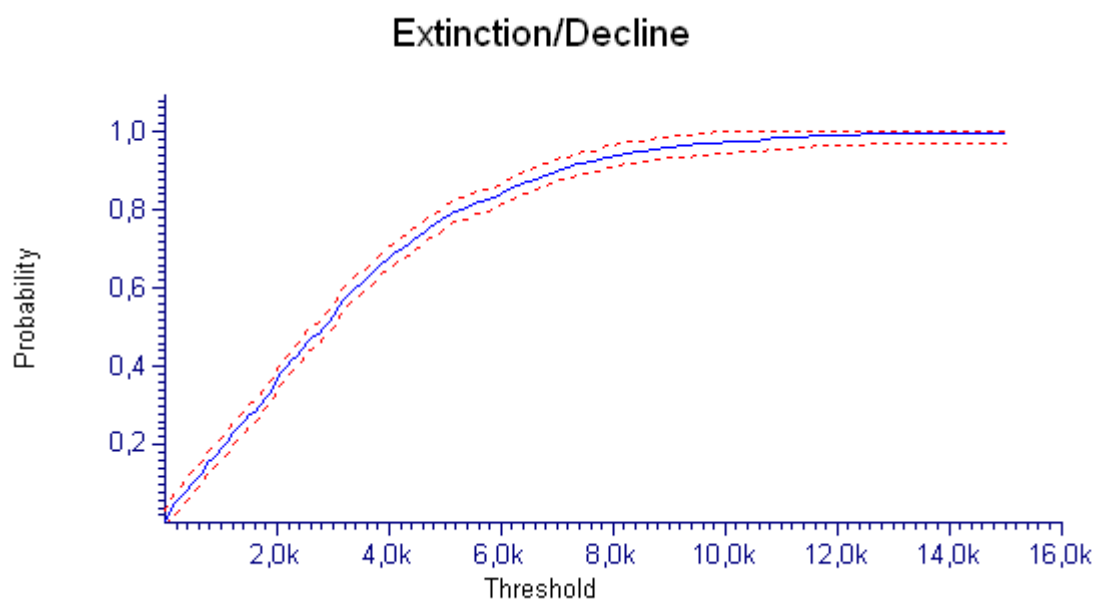


Figura 8. Probabilidad de extinción. Fuente: Elaboración propia. *RAMAS Ecolab: Applied Ecology Laboratory 2.0*.

Por ello después del estudio poblacional se deduce que en general la tendencia de la población es decreciente con una probabilidad de extinción en 100 años del 96%. A pesar del enorme esfuerzo reproductivo y emergencia de las plántulas, la supervivencia de las plántulas es muy baja y esto hace que el banco de semillas permanente del suelo sólo cobre importancia en determinados periodos, cuando esta supervivencia de plántulas se ve favorecida. La elevada mortalidad de los individuos adultos es propia de una especie perenne de ciclo corto, con sólo cinco años de vida media.

3. Causas que motivan la necesidad de llevar a cabo un programa de restitución.

La Reserva Natural “Saladar de Cordovilla”, donde se encuentran las dos Áreas Críticas definidas por el Plan de Recuperación de *Helianthemum polygonioides* y dónde se encuentran los dos núcleos principales de la población de *Helianthemum polygonoides*, está situada en el término municipal de Tobarra, en su límite con Hellín a 532 metros de altitud (Figura 9). Se trata de una depresión encharcable que se eleva de forma gradual induciendo un gradiente de salinidades que condiciona paulatinamente la vegetación existente. La flora y vegetación de esta comarca se encuentra claramente influenciada por un clima semiárido y tiene incuestionables afinidades con la existente en la provincia de Murcia. Dentro del contexto de los saladares continentales, los de Cordovilla tienen una relevancia especial. Es cierto que existen otros saladares asociados a depresiones salinas, lagunas y cursos de agua, pero los Saladares de Cordovilla son especialmente interesantes y destacan sobre los demás por su gran extensión, su grado de conservación y su riqueza florística. (Santos Cirujano, 1990).

Esta zona posee un elevado interés botánico y un alto valor ecológico ya que su posición geográfica entre las provincias corológicas Castellano-Maestrazgo-Manchega y Murciano-Almeriense, establece una zona de encrucijada biológica de las formaciones halófilas características de ambos territorios. Este saladar representa el límite septentrional de los saladares litorales murciano-almeriense, que han penetrado hacia el interior favorecidos por las condiciones climáticas y geomorfológicas de la zona, y en esta área adquieren una composición florística peculiar donde faltan algunos de los elementos litorales y se incorporan especies de carácter continental. (Decreto 121/ 2006). Por todo ello, y por la presencia de varias especies endémicas, donde *Helianthemum polygonoides* es exclusiva, hacen de éste el saladar interior más importante de la Península Ibérica, y la última representación de la vía migratoria que enlaza los saladares interiores con los típicamente litorales. Si bien la supervivencia de *Helianthemum polygonoides* es clave para mantener el alto grado de biodiversidad de estos ecosistemas, la tasa de crecimiento de la población (λ) es decreciente, la probabilidad de extinción según los criterios de la UICN dentro de 100 es del 96% y tratándose de la última población existente queda más que justificado la necesidad de realizar un programa de restitución. Este Saladar ocupa 1.252 ha y ocupación actual de *Helianthemum polygonoides* es de casi 16 ha por lo que sólo ocupa el 1,3% de la superficie que potencialmente podría ocupar, o lo que es lo mismo, cabe hipotetizar afirmando que su área de distribución se ha visto reducida en más de un 80 %. (M.A. Copete *et al.*, 2004). Además cabe no olvidar que tal y como indican Pablo Ferrandis y su equipo (2001) el núcleo poblacional Casa Siscar, el único que se encuentra en el Área Crítica situada más al norte, está muy fragmentado y casi totalmente desconectado su flujo génico de los demás núcleos por lo que la pérdida del núcleo de Cordovilla podría suponer la total pérdida de conexión y la desaparición consecutiva del núcleo de Casa Siscar.

Es cierto que la núcleo estudiado posee un “elevado número de individuos” pero tal y como reconocen Adrián Escudero y José María Iriando en su artículo de “Restauración de poblaciones amenazadas” (2003) es muy importante diferenciar entre poblaciones de pequeño tamaño, pero que no tienen por qué sufrir una pérdida de efectivos, y aquellas poblaciones, no necesariamente pequeñas, con tasas de crecimiento negativas como es éste el caso. Además estos autores también señalan que una situación candidata para llevar a cabo un programa de restitución son aquellas especies con escasas poblaciones de las que tenemos certeza de que se está produciendo un declive poblacional ($\lambda = 0,9460$) y en las que su riesgo de extinción es inminente (probabilidad de extinción del 96% en 100 años). (A. Escudero & J. M. Iriando, 2003)

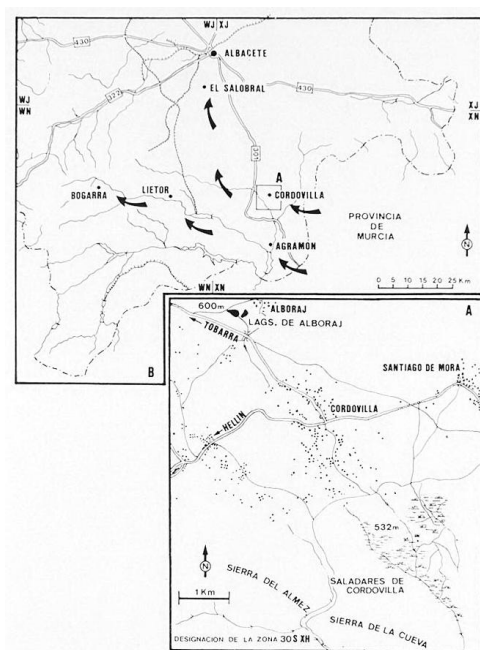


Figura 9. A. Situación de los saladares de Cordovilla

B. Probables vías migratorias en la provincia de Albacete, de las especies halófilas procedentes de los saladares litorales del SE ibérico.

Fuente: Cirujano, 1990.

Los núcleos poblacionales que constituyen los fragmentos se encuentran aislados (diferenciados entre sí hasta 6 km), sin posibilidad en algunos casos de intercambio genético. (P. Ferrandis *et al.*, 2004)

Asimismo añadir que, además de las causas mencionadas anteriormente, hay una necesidad obligada desde el punto de vista legal derivada del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Saladas de Cordovilla donde se menciona explícitamente la necesidad de contribuir a mantener en un estado de conservación favorable a las especies y hábitat presentes en el territorio, e incluidos en el Anexo I de la Directiva 79/409/CEE, relativa a la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.

Finalmente remarcar que en el Plan de Recuperación de *Helianthemum polygonoides* se indica como objetivo fundamental el establecimiento de las medidas precisas para garantizar la conservación y recuperación de la población y el hábitat de este endemismo ibérico considerando la necesidad de llevar a cabo un programa de restitución estableciendo unos criterios para el mismo. (Decreto 236/1999).

4. Características destacables de la especie

Helianthemum polygonoides es una especie recientemente descrita (1987) de la familia de las cistáceas. Es un caméfito perenne, de uno 20 cm de altura y diámetro similar,

sufruticosa en forma de cepa ramosa con tendencia ascendente y ramas florecidas erectas. Presenta tallos leñosos cubiertos de pelos estrellados más densos en la zona apical y en los pedúnculos de la flor. Hojas opuestas con estípulas, erectas elíptico-lanceadas, 4-7 mm de longitud, glabras con el nervio medio bien marcado. Inflorescencia racemosa terminal con 4 a 10 flores, pedúnculos reflexos densamente cubiertos de pelos estrellados. Cinco sépalos erectos y cinco pétalos amarillos. Estambres numerosos con filamentos glabros, ovarios pubescense, cápsula trivalvada, loculicida. Semillas de 1,5 mm de longitud, oscuras ovado-lanceoladas de 4 a 6 en cada cápsula) (García-Rollán, 1996; Peinado *et al.*; Alonoso, 1999). Cada planta produce unas 194 semillas /dm² de superficie verde. (M.A. Copete *et al.*, 2001). Se trata de una planta alógama hermafrodita. La dispersión primaria de semillas tiene lugar por barocoria (caída de semillas tras la apertura del fruto), por lo que acumulan en la superficie del suelo, debajo de la planta madre (Herranz *et al.*, 2004). Sus agentes polinizadores normalmente son insectos (polinización entomófila) con una dispersión mirmecócora. La mirmecoria es un caso especial de zoocoria que ofrecen las plantas que se sirven de hormigas para su dispersión. (P. Font Quer, 1982). En el área de estudio se conoce la predación de semillas por hormigas de la especie *Messor bouvieri* Bond. Pudiendo facilitar el alejamiento de algunas semillas por diszoocoria (pérdida accidental de semillas durante el transporte al hormiguero). Pueden observarse enormes cantidades de acumulaciones de semillas en torno a los hormigueros del saladar. (Copete, M.Á. *et al.*, 2004).

Su periodo de floración es muy largo, comenzando en abril y alargándose hasta noviembre. La maduración de los frutos es entre agosto y noviembre. Produce una media de 500-600 frutos con 4-6 semillas desarrolladas por cápsula. Las semillas presentan latencia física que, una vez rota en el laboratorio, arroja germinaciones alrededor del 100%. Alcanza su madurez sexual a partir del tercer o cuarto año de edad extendiéndose su fase reproductiva durante varios años (5-10) hasta su muerte. (Copete, M.Á. *et al.*, 2004). El fuerte estrés hídrico reinante durante gran parte del desarrollo de las plántulas es el principal causante de bajas, originando que sólo algo menos de la décima parte de las plántulas que nacen puedan establecerse. (M.A. Copete *et al.*, 2001).

Esta especie en presencia de pastoreo tiende al envejecimiento. El 60% de las flores originan frutos con semillas viables en un 90%. El reclutamiento de plántulas es en otoño-invierno. Existe un banco de semillas persistente en el suelo muy importante. (M.Á. Copete *et al.*, 2001).

Su número cromosómico es 10 y no se reproduce asexualmente.

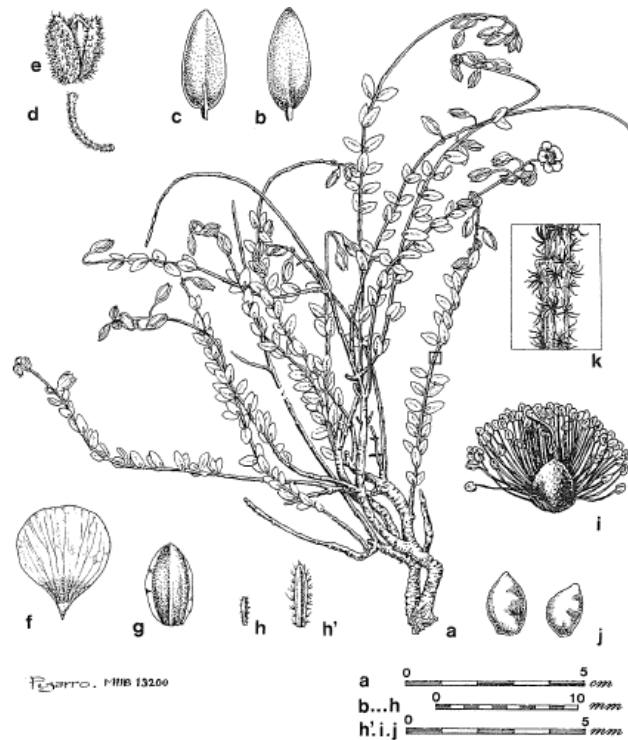


Figura 10. Partes de *Helianthemum polygonioides*. a, porte de *Helianthemum polygonioides*; b, haz de la hoja; c, envés de la hoja; d, pedúnculo; e, cápsula; f, pétalo; g, sépalo interior; h, sépalo exterior; i, androceo y gineceo; j, semillas; k, detalle del tallo con pelos estrellados. Fuente: M. Peinado *et al.*, 1987.

Este endemismo ibérico vive sobre suelos franco-arenosos salinos, preferentemente en claros albardinales de *Lygeum spartum* coincidentes con pequeñas elevaciones del terreno, donde la concentración de sales se reduce. En estas comunidades halófilas suelen encontrarse especies como *Limonium caesium*, *Senecio auricula* subsp. *Auricula*, *Herniaria fruticosa* y *Frankenia thymifolia*. *Helianthemum polygonioides* quedaría incluida en la asociación *Limonio caesii-Lygeetum spartu* Rivas-Martínez & Alcaraz ub Alcaraz 1984 subas. *Helianthemetosum polygonoidis* nova. En esta zona además se observa una gran afinidad de *Helianthemum polygonioides* y otra especie vulnerable, *Senio auriculara* subsp. *auriculata*: siempre aparecen juntas.

Asimismo cabe añadir que aunque nuestra especie diana convive con otros congéneres que también habitan en el saladar como *Helianthemum squamatum* (L.) Pers. y *Helianthemum syriacum* (Jack.) Dum. Courset subsp. *thibaudii* (Pers.) Meickle (Valdés *et al.*, 2003), no se hibrida con éstos.



Figura 11. Individuo en flor de *Helianthemum polygoniodes*. Foto: M.A. Copete. Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural. Castilla la Mancha.

Datos sobre la distribución de las poblaciones explicada en el apartado 2 de este informe.

Helianthemum polygoniodes está incluida en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Castilla-La Mancha en la categoría “en peligro de extinción” (Decreto 33/1998, de 5 de mayo). Asimismo está considerada “en peligro crítico” (CR) según la UICN (2001) (B1 ab(iii)+2ab(iii)). Esta especie queda indirectamente protegida al estar incluida en la Reserva Natural “Saladar de Cordovilla” declarado Lugar de Importancia comunitaria ES4210011 “Saladares de Cordovilla y Agramón y Laguna de Alboraj”. Igualmente al declararse un Plan de Recuperación (Decreto 236/1999) se establecen unas zonas de Área Crítica donde se regulan las actividades que se pueden desarrollar en las mismas. La laguna de Alboraj ha sido recientemente protegida como figura de microrreserva, tipificada en la Ley 9/1999 de conservación de la Naturaleza de Castilla-La Mancha.

5. Tipo de restitución a realizar y justificación

Como es lógico antes de comenzar un programa de restitución es importante eliminar las causas que están llevando a declive la población existente. Por ello se considera que el cumplimiento de las restricciones del Plan de Recuperación que se deberían llevar a cabo harían que el programa de restitución pudiera ser viable.

Según el Plan de Recuperación de *Helianthemum polygoniodes* se dará prioridad a la reintroducción o reforzamiento de poblaciones de la especie en enclaves del Área Crítica donde se hayan reducido sus efectivos. Asimismo, se priorizará la creación de nuevas de nuevas poblaciones sobre las áreas del Saladar de Cordovilla que constituyan hábitat potencial para la especie (Decreto 236/1999).

Por ello a la hora de elegir se tuvieron en cuenta tuvieron en cuenta estas dos posibilidades de restitución:

1. Reintroducción de una población entre las dos Áreas Críticas establecidas por Plan de Recuperación de *Helianthemum polygoniodes*. La zona se encontraría dentro de la Reserva Natural constituyendo un lugar idóneo para la reintroducción de esta especie ya que esta zona reúne todas las condiciones ambientales apropiadas y se encuentra dentro del rango de distribución al localizarse muy cerca de la población existente. Se trataría de evitar la desconexión entre las dos Áreas Críticas así como de asegurar un reclutamiento natural a la población de Cordovilla para asegurar su supervivencia.
2. Reforzamiento del núcleo poblacional de Cordovilla para evitar su extinción prevista.

Finalmente, se consideró como mejor la primera opción por los siguientes motivos:

- El sólo reforzamiento del núcleo poblacional de Cordovilla (población estudiada) podría suponer la extinción del grupo poblacional Casa de Siscar cada vez más desconectado.
- La no reintroducción de *Helianthemum polygoniodes* podría suponer la total desconexión de las dos Áreas Críticas (zonas que gozan un elevado grado de protección) pudiendo generar problemas de endogamia y, por tanto, una deriva genética mermando la capacidad de la planta de superar periodos adversos aumentando la probabilidad a la extinción.
- Dado que la probabilidad de extinción en 10 y 20 años es del 0% (M.A. Copete *et al.*, 2004) para el núcleo poblacional estudiado se considera que la reintroducción en un área tan próxima establecería un reclutamiento natural a este núcleo amentando sus efectivos y a la vez este nuevo núcleo serviría de enlace para el núcleo poblacional Casa Siscar.

6. Determinación de objetivos

Se establece como éxito y **objetivo general** de este proyecto de reintroducción la capacidad de la población de minimizar el riesgo de extinción como consecuencia de la puesta en marcha de los procesos básicos como son el establecimiento, la reproducción y la dispersión alcanzando una población reintroducida autosostenible y la no fragmentación de las Áreas Críticas. (Pvik, 1994).

Los **objetivos específicos** se basan en cuatro variables estimadoras de éxito: abundancia, extensión, resiliencia y persistencia. (Tabla 6)

Criterios	Objetivo próximo (5 años)	Objetivo lejano (10 años en adelante)
Abundancia	<p>El ciclo de la vida de la planta de la población reintroducida se contempla <i>in situ</i></p> <p>Incremento progresivo del tamaño de la población reintroducida (alcanzar 4500 individuos reproductivos en 5 años)</p> <p>La distribución de las clases de edad se acerca a las poblaciones de naturales transcurridos 5 años</p>	<p>Se encuentran tasas de crecimiento superiores a 1 en todos los núcleos poblacionales de las Áreas Críticas</p> <p>Alcanzar un tamaño poblacional de al menos 7000 individuos reproductivos en el año 10 en la población reintroducida</p> <p>Aumento de los efectivos de la población de Cordavilla y Casa Siscar.</p> <p>Se observa la no fragmentación del núcleo poblacional Casa Siscar al aumentar sus efectivos.</p>
Extensión	<p>El área de ocupación trascurridos 5 años será de 0,5 Ha</p> <p>Dispersión mediante vectores naturales a los núcleos poblacionales de Cordovilla y Casa Siscar.</p>	<p>El área de ocupación en 10 años de la población reintroducida se habrá incrementado hasta 0.7 Ha</p> <p>Aumento del área de ocupación de los núcleos poblacionales de las Áreas Críticas</p>
Resiliencia	<p>Para la población reintroducida: sobrevivir el primer periodo de sequía con un % de marras inferior al 10%</p>	<p>Existe conexión genética entre la población reintroducida, el núcleo poblacional de Cordovilla y de Casa Siscar.</p> <p>Recuperación rápida después de las sequías</p>
Persistencia	<p>Asegurarse que se utilizan los polinizadores nativos</p> <p>Conseguir reclutamiento natural</p>	<p>Se maximiza la utilización de microhábitats dentro de las poblaciones</p> <p>Mantenimiento del reclutamiento natural</p>

Tabla 5. Objetivos próximos y lejanos para evaluar el proyecto de reintroducción de *Helianthemum polygonioides*. Fuente: A. Escudero & J.M. Iriondo (2003).

En cuanto a la cantidad de individuos a introducir es necesario saber que, si bien hoy en día no se conoce el tamaño efectivo de la población (N_e) ni la población mínima viable (PMV) (P. Ferrandis, 2010) de *Helianthemum polygonioides*, el decreto 167/2006, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Plan de Recuperación del Cardo de Plata ("*Stemmacantha cynaroides*") y de la Jarilla de Cumbre ("*Helianthemum juliae*") establece la población mínima viable de *Helianthemum juliae* es de 300 individuos. Por lo que se ha considerado la reintroducción de 2000 (cantidad determinada por la modelización demográfica (ver punto 12 y los objetivos de abundancia determinados) individuos en 3 núcleos poblacionales (para simular una metapoblación) no inferiores ninguno de ellos a 300 individuos (Figura 12).

El área necesaria para la reintroducción se ha calculado teniendo en cuenta la densidad media de plantas (ind/m^2). Para calcular este parámetro se ha hallado la media de las densidades medias de los dos núcleos poblacionales más grandes (Cordovilla= $74451 \text{ Ind}/98600 \text{ m}^2=0,75 \text{ Ind}/\text{m}^2$; Prado Guerrero= $109213 \text{ Ind}/47400 \text{ m}^2=2,3 \text{ Ind}/\text{m}^2$) obteniendo un valor de $1,5 \text{ Ind}/\text{m}^2$. Finalmente se ha considerado que, para evitar posibles efectos de competencia intrapoblacional y posibles efectos ligados a la densodependencia, la densidad media a utilizar es de $1 \text{ Ind}/\text{m}^2$.

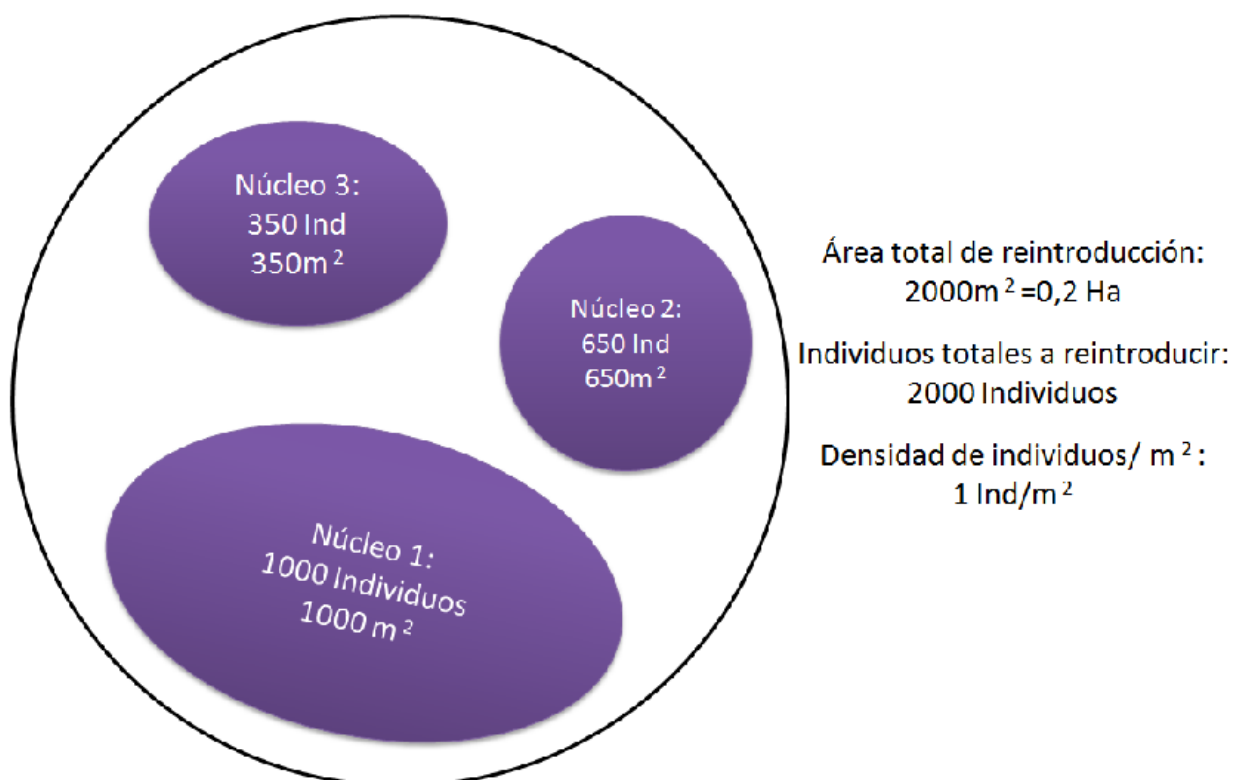


Figura 12. Estructura espacial de los núcleos poblacionales de la reintroducción. Fuente: Elaboración propia.

7. Selección de la localidad donde llevar a cabo la reintroducción

Para la elección del lugar exacto de la reintroducción se ha tenido en cuenta los siguientes criterios según A. Escudero y J. M. Iriondo (2003):

Criterio Histórico: hay constancia de que la especie ha estado presente.

Criterio Físico: selección de índole paisajística

Criterio Biológico: localidades que reúnan un conjunto de condiciones ambientales, bióticas y abióticas que se encuentran dentro del rango ecológico de la especie.

Criterio Logístico: como por ejemplo que la localidad se encuentre en un espacio protegido.

El lugar elegido para llevar a cabo la reintroducción cumple con los cuatro criterios anteriormente citados ya que se encuentra muy cerca de los núcleos poblacionales existentes cumpliéndose los criterios físicos y biológicos, además se encuentra dentro de la Reserva Natural “Saladar de Cordovilla” cumpliéndose el criterio logístico y se encuentra dentro del rango de distribución histórica de la planta (criterio histórico).

En el siguiente mapa se puede observar (en rosa) la localización exacta prevista para la reintroducción (Figura 13):



Figura 13. Área de distribución de *Helianthemum polygonoides* (en verde). Aquellas localidades que no pueden verse en el mapa debido a su pequeño tamaño y a la escala

utilizada (1:50.000), se marcan con un círculo. La línea naranja señala los límites geográficos del “Saladar de Cordovilla” y las líneas azules las dos “Áreas Críticas” delimitadas en el Plan de Recuperación de la especie (D.236/1999). La línea rosa indica la situación prevista para la reintroducción. Los números del margen indican las coordenadas UTM. Fuente: Pablo Ferrandis *et al.*, 2004.

Se trata de una zona dentro de la Reserva Natural entre las dos Áreas Críticas delimitadas por el Plan de Recuperación de la especie (D.236/1999).

8. Selección del material genético de partida

La primera pregunta que uno se plantea a la hora de resolver cuál va a ser el origen del material de partida si el material debe proceder de poblaciones silvestres o de poblaciones cultivadas.

Por este motivo se han barajado dos posibilidades en este trabajo:

1. Utilización de material *in situ*: Utilización de material proveniente de vivero procedente de la recolección de semillas del núcleo poblacional mejor conservado (Prado Guerrero) para así asegurar una mayor representatividad genotípica en reintroducción.
2. Utilización de material *ex situ*: Semillas del Banco de Germoplasma de la ETSIA

Parece evidente que la respuesta más adecuada sea la primera pero sin embargo a veces esta posibilidad no es la más recomendada ya que la utilización de material genético de la comunidad silvestre podría suponer una amenaza a la población donante y más, si se trata una única población como es el caso. Sin embargo, visto que hay dos poblaciones con un “elevado” número de plantas (109.213 y 74.451 en Prado Guerrero y en Cordovilla respectivamente), que la producción media de semillas es de 194 semillas/dm² de superficie (M.A. Copete *et al.*, 2001), que el 60% de las flores originan frutos con semillas viables en un 90% y que tras romper la latencia física de las semillas ortodoxas en laboratorio se alcanzan germinaciones cercanas al 100% se ha considerado la primera opción como la más viable. *A priori* todos estos datos indican que no hay problemas en la producción de semillas y no son el limitante para la supervivencia.

La extracción de semillas se realizará de forma espaciada a lo largo del periodo de maduración, con el fin de obtener representación de las variaciones fenotípicas individuales, escogiendo semillas maduras procedentes de pies sanos, en cantidad suficiente para que quede representada la variabilidad fenotípica de la plana sin extraer la totalidad de la producción de un mismo pie. En cualquier caso la cantidad de semillas a extraer del núcleo silvestre debe ser moderada y condicionada a que no produzca alteraciones perjudiciales en la dinámica de la misma.

El núcleo poblacional Prado Guerrero ocupa 47400 m² y el de Cordovilla 98600 m² por lo que se supone una producción de semillas anual aproximadamente es de 2832 millones de semillas. Si se necesitan 2000 individuos se necesitará recoger 2493 semillas (teniendo en cuenta que el 90% son viables y con un 10% de marras) para cumplir los objetivos establecidos, la recolecta de esta cantidad de semilla de los dos núcleos poblacionales más importantes se considera ínfima siendo otro motivo más para la utilización de material *in situ* asumiendo que los núcleos poblacionales donadores no sufrirán ninguna repercusión negativa derivada de esta extracción de semillas.

9. Método de cultivo.

El método de cultivo será el siguiente:

- Recogida de 2493 semillas del núcleo poblacional Prado Guerrero y Cordovilla. Nunca se recogerán todas las semillas de un mismo pie.
- Ruptura de la latencia física en el laboratorio.
- Cultivo en contenedores de 200 cm³ en un vivero de la zona para que se adecuen a las condiciones ambientales.
- Dado que el estrés hídrico es uno de los mayores problemas en la supervivencia de las plántulas éstas sufrirán procesos de endurecimiento con el fin de favorecer la resistencia al estrés hídrico (Villagrosa et al, 2006), lo cual es especialmente relevante en plantas de medios áridos.
- Utilizaremos individuos de 4 años para la reintroducción de plantas adultas ya que habrán alcanzado la madurez sexual alcanzando la fase reproductiva.

10. Selección del tipo de individuo a utilizar en la restitución

Habiendo considerando que la densidad requerida es de 1 Ind/m² se han considerado 2 tipos de individuos a reintroducir. Esta decisión se debe a que la estructura estable de los núcleos poblacionales tienen dos fases del ciclo vital (sin considerar las semillas ya que se ha descartado su reintroducción por necesitar romper el estado de latencia) de la planta predominantes en tanto en cuanto a su densidad: Plántulas y Reproductor 2. (Tabla 6).

Tipo de individuo a reintroducir	Edad	Altura	Diámetro del tallo	Proyección ortogonal de la copa	Fase del ciclo vital
Tipo 1	< 1 año	-*	-*	-*	Plántula

Tipo 2	≥ 4 años	≥ 20 cm	~ 20 mm	~ 22 cm	Reproductor 2
---------------	---------------	--------------	--------------	--------------	------------------

*Desconozco el tamaño pero deben ser individuos provistos de cotiledones.

Tabla 6. Características de los individuos a reintroducir. Fuente: P. Ferrandis *et al.*, 2004).

Esta decisión se debe a que el núcleo poblacional Prado Guerrero es el mejor conservado y el más amplio donde existe una densidad de plantas de 1,5 plantas/m² y de 4,5 plántulas/m² situándose éstas mayoritariamente debajo de la madre debido a que como se explicó anteriormente la dispersión primaria de semillas tiene lugar por barocoria (caída de semillas tras la apertura del fruto), por lo que se acumulan en la superficie del suelo, debajo de la planta madre (Herranz *et al.*, 2004).

Si bien la densidad de plántulas es más elevada, la matriz de elasticidad media indica que son los individuos reproductivos los más importantes en el mantenimiento de la viabilidad poblacional de esta especie por lo que el número de individuos de tipo 2 será mayor al número de individuos de tipo 1 como se explicará en el apartado 12 de modelización demográfica. La utilización de dos tipos de individuos a reintroducir beneficia a obtener una distribución por edades parecida a los núcleos poblacionales naturales.

11. Determinación del número de genotipos e individuos para la restitución

La introducción de un elevado **número de genotipos** es clave para asegurar una elevada resiliencia a la nueva población. La recolección de semillas *in situ* de diferentes individuos, de diferentes núcleos poblacionales, de sitios distanciados en un mismo núcleo poblacional y la regida espaciada de este material a lo largo del periodo de maduración asegura la maximización del número de genotipos a introducir.

En cuanto al **número de individuos** a introducir, tras la modelización demográfica (ver apartado 12), será de 2000 individuos, 1500 de la Clase 4 (Reproductor 2) y 500 pertenecientes a la clase 2 (Plántulas).

12. Modelización demográfica de la operación. Análisis de la tendencia poblacional con intervención.

Una vez visto en el apartado 2 que la tendencia del núcleo poblacional es negativa y una vez establecidos los objetivos, se hace necesario realizar un análisis la demografía de la población a reintroducir para determinar el número de individuos necesarios a fin de conseguir que la nueva población sea viable a largo plazo. Para ello se tendrá en cuenta el concepto de *Población Mínima Viable* desarrollado por Shaffer (1981) que es

definido como el tamaño que debe poseer la población a reintroducir para tener un 99% de probabilidad de persistir durante al menos 1000 años, todo ello a pesar de la aleatoriedad demográfica, ambiental o genética que pueda sufrir dicha población. Como se indicó anteriormente este dato es desconocido para *Helianthemum polygoniodes* asimismo como el tamaño efectivo de la población (N_e) pero, sin embargo sí que se conoce el tamaño efectivo de la población (N_e) de *Helianthemum juliae* ($N_e=300$) tal y como se indicó anteriormente y se marcará esta cifra como mínimo exigible. La modelización demográfica se llevará a cabo con el programa *RAMAS Ecolab: Applied Ecology Laboratory 2.0*.

Para calcular la tendencia de la población a reintroducir se ha eliminado la Clase 1 ya que corresponde a las semillas que han sido descartadas para la reintroducción.

Una vez eliminadas las causas que promueven el declive poblacional se favorecerá a mejorar los valores que presentan una transición con mayor impacto sobre el crecimiento de la población. Por consiguiente la **matriz de transición** debe ser adaptada a las nuevas condiciones donde, al disminuir las presiones sobre la población, aumenta la supervivencia de los individuos reproductores. (Tabla 7).

Matriz de transición de la población a reintroducir			
	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Clase 2	0,405	0,141	0,394
Clase 3	0,092	0,555	0,104
Clase 4	0,010	0,500	0,950

Tabla 7. Matriz de transición de la población a reintroducir. En rojo se indican los parámetros modificados. Fuente: Elaboración propia.

Elasticidad de la población a reintroducir			
	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Clase 2	0,0233	0,0038	0,0364
Clase 3	0,0361	0,1027	0,0654
Clase 4	0,0041	0,0976	0,6305

Tabla 8. Matriz de elasticidad media de la nueva población a reintroducir. Fuente: Elaboración propia.

De esta manera la **tasa finita de crecimiento de la población (λ)** es igual a 1,1034 siendo una tasa de crecimiento media creciente.

En cuanto a la distribución inicial se ha considerado finalmente la reintroducción de 1500 individuos de la clase 4 (reproductores 2= tipo 2) y 500 individuos de la clase 2 (plántulas= tipo 1).

De esta manera se alcanzará la siguiente **estabilidad por edades** (Figura 14).

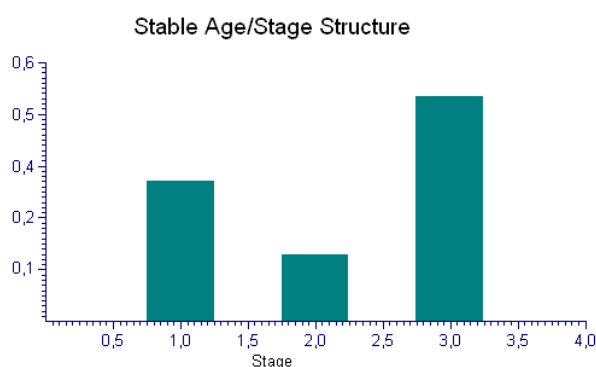


Figura 14. Estabilidad por edades de la población a reintroducir. De izquierda a derecha: clase 2, clase 3 y clase 4. Fuente: Elaboración propia. *RAMAS Ecolab: Applied Ecology Laboratory 2.0*.

La proyección obtenida para 10 (Figura 15) y 50 (Figura 16) años es positiva cumpliendo los objetivos establecidos.

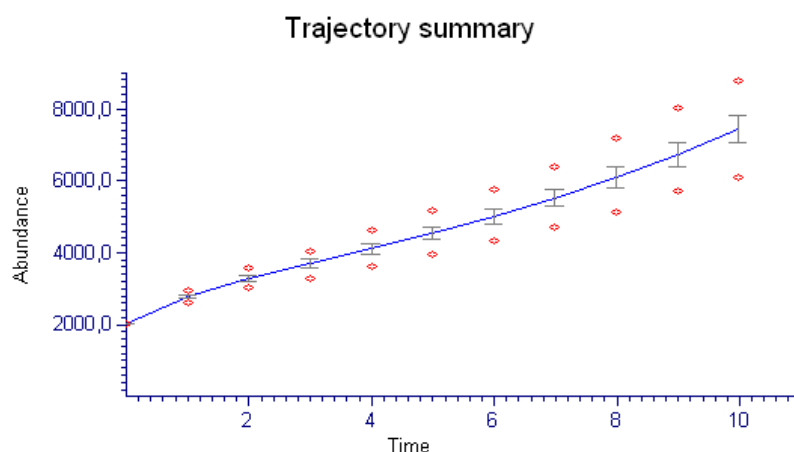


Figura 15. Abundancia de individuos a lo largo del tiempo (hasta 10 años). Fuente: Elaboración propia. *RAMAS Ecolab: Applied Ecology Laboratory 2.0*.

Tiempo (años transcurridos)	Abundancia (Individuos)
0	2000,00

1	2769,36
2	3277,80
3	3699,81
4	4110,90
5	4540,72^a
6	5010,58
7	5528,51
8	6098,35
9	6727,89
10	7422,78^b

^a Objetivo a corto plazo: Obtener 4500 individuos en 5 años

^b Objetivo a largo plazo: Alcanzar un tamaño poblacional de al menos 7000 individuos reproductivos en el año 10 en la población reintroducida

Tabla 9. Número de individuos alcanzados con respecto al tiempo transcurrido. Fuente: Elaboración propia.

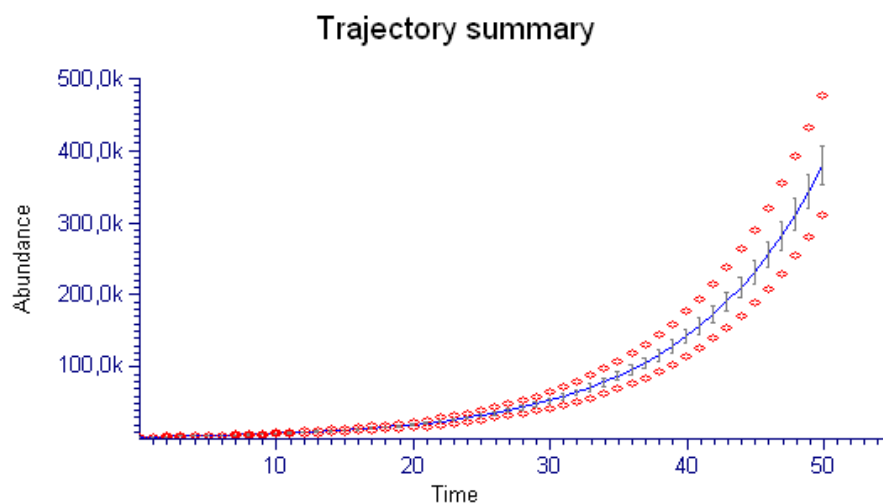


Figura 16. Abundancia de individuos a lo largo del tiempo (hasta 50 años). Fuente: Elaboración propia. *RAMAS Ecolab: Applied Ecology Laboratory 2.0.*

Las abundancias finales obtenidas de cada clase serán las siguientes (Figura 17):

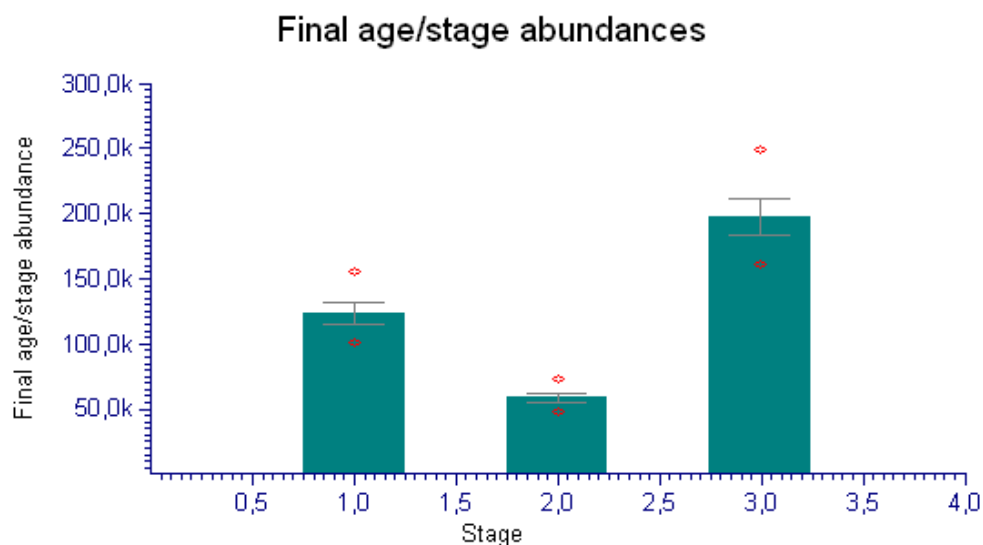


Figura 17. Abundancias finales según las clases de edad al final de los 50 años. Fuente: Elaboración propia. *RAMAS Ecolab: Applied Ecology Laboratory 2.0*.

En cuanto a la **probabilidad de extinción** se puede observar (Figura 18) el cumplimiento del objetivo establecido, ya que existiría un 0.009 de probabilidad de extinción de la población de *Helianthemum polygoniodes* más tarde de los próximos 1000 años.

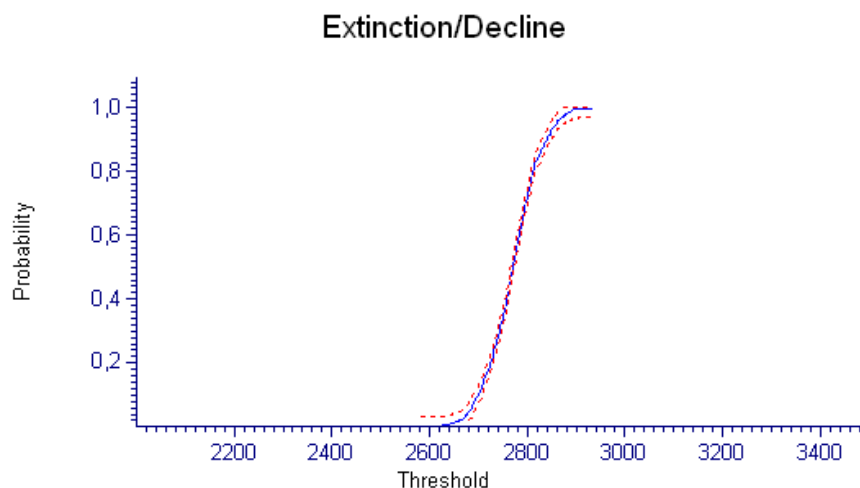


Figura 18. Probabilidad de extinción de *Helianthemum polygoniodes*. Fuente: Elaboración propia. *RAMAS Ecolab: Applied Ecology Laboratory 2.0*.

13. Descripción de los procesos de establecimiento de la población indicando las condiciones ambientales más adecuadas, los detalles del proceso y las preparación del medio necesaria

Debido al elevado número de individuos a reintroducir (2000) se ha determinado que el proceso de reintroducción será en 3 años contando desde la disponibilidad de la planta

en el vivero. La recolección de las semillas destinadas a ser plántulas se recogerán el año previsto para la reintroducción física ya que estas plántulas deben haber nacido en la presente temporada de la reintroducción. De esta manera la recolección de semillas es incluso menos intensa ya que este número de semillas destinadas a ser individuos de tipo 1 (Plántulas) se realizará 4 años después que la recolección de las primeras semillas. La reintroducción se llevará a cabo en 3 años (ver Figura 12):

1. Primer año → reintroducción del Núcleo 1
2. Segundo año → reintroducción del Núcleo 2 y 3
3. Tercer año → reintroducción del Núcleo 3

Este orden se ha establecido con un criterio lógico. El primer año se procederá a la reintroducción del núcleo poblacional más grande de modo que si en los años siguientes se observaran marras serían repuestas.

La época de reintroducción será en febrero aprovechando las lluvias para que la planta al ser trasplantada tenga suficiente humedad edáfica como para no sufrir estrés hídrico y le dé tiempo progresivamente a aclimatarse al aumento progresivo de las temperaturas que se producen hasta el verano.

- Tratamiento de la vegetación preexistente

Se procederá al desbrozado del área correspondiente para evitar las posibles relaciones de competencia que pudieran existir en el entorno.

- Preparación del terreno

Aunque el Plan de Recuperación establece una disminución de la presión de herbívoros se considera necesario el vallado perimetral de cada núcleo a reintroducir ya que como se ha indicado antes el sobre pastoreo es la amenaza principal.

El ahoyado será mecanizado en el núcleo 1 debido al gran número de individuos a reintroducir (1000). Se realizará con retroaraña para evitar en la medida de lo posible afecciones a la vegetación existente en la zona. Los núcleos 2 y 3 serán plantados manualmente. Se intentará realizar los hoyos en las zonas altas del relieve ya que es este el microhábitat que prefiere *Helianthemum polyonoides* donde no hay tanta concentración de sales como en las depresiones.

- Distribución de los individuos

Si bien es cierto que lo más fácil sería la realización de módulos lineales para facilitar el proceso de mecanización se considera que este proyecto es mucho más que una plantación común y que la distribución en el espacio debe ser irregular tal y como se

encuentra en la naturaleza. En cada núcleo poblacional se plantará un 25% de plántulas (Clase 2) y un 75% de individuos reproductores (Clase 4).

- Riego

Se procederá a un riego de establecimiento y de mantenimiento en los dos veranos consecutivos a la plantación. Este factor es muy importante sobre todo para las Plántulas ya que el estrés hídrico es un factor que limita la supervivencia de estos individuos.

14. Descripción del plan de monitorización y actuación *a posteriori*

Un buen programa de monitorización debe suministrar la suficiente cantidad de información como para evaluar con seguridad los objetivos. La técnica de recolección de datos debe ser repetible. Es importante que el programa se extienda el tiempo suficiente como para obtener información de todo el programa de reintroducción, desde los objetivos a corto plazo hasta los objetivos a largo plazo. Hay que medir la eficacia de las actuaciones haciendo especial interés en controlar el número de individuos reintroducidos, el reclutamiento de nuevos individuos de forma natural, el funcionamiento de la comunidad y el ecosistema y la variabilidad genética de la población recreada. (A. Escudero & J.M. Iriando, 2003). Es necesario que los indicadores propuestos para el monitoreo sean coherentes con los objetivos propuestos.

Por ello se llevará a cabo un plan de seguimiento y monitorización durante 15 años para evaluar el éxito del programa alcanzando los objetivos propuestos en la tabla 5.

Se han descrito una serie de indicadores para llevar a cabo el plan de seguimiento y monitoreo descritos en la siguiente tabla (Tabla 10). Todos estos parámetros deberán medirse tanto antes del programa como después a los 5, 10 y 15 años. Entre paréntesis puede observarse el tipo de objetivo con el que está relacionado.

Parámetros	Indicadores
Seguimiento de los individuos reintroducidos	-Tasa de mortandad(A) -Tasa de germinación(A) -Porcentaje de marras(A) -Tasa de reproducción específica(A) -Estimación del banco de semillas(A) -Tasa de fructificación de las plantas(A) -Capacidad de dispersión de la planta(E) -Tasa de crecimiento(E) -Capacidad de floración(A) -Producción de semillas(A)
Evaluación del	-Estructura de edades de la población(A) -Número de individuos establecidos de la comunidad

reclutamiento natural	reintroducida en otra zona(P) -Tasas de reclutamiento poblacional en el momento en que los individuos alcancen la edad reproductiva. (P)
Funcionamiento de la comunidad (fragmentación)	-% y número de individuos dispersados fuera del área de actuación(A) (E) (P) -Conectividad genética entre las poblaciones (R) -Comportamiento de la metapoblación (conexión entre los diferentes núcleos poblacionales) (R) -Seguimiento de los vectores naturales de polinización (P)
Seguimiento del núcleo poblacional donador de las semillas	-Tasa de mortandad (A) -Tasa de germinación (A) -Porcentaje de marras (A) -Tasa de reproducción específica (A) -Estimación del banco de semillas (A) -Tasa de fructificación de las plantas (A) -Capacidad de dispersión de la planta (E)
Estudio de variabilidad genética	Medición de la variabilidad genética de las poblaciones en el tiempo mediante técnicas con marcadores moleculares como análisis de micro satélites y de PCR. (R)

Tabla 10. Indicadores para el plan de seguimiento y monitorización. Entre paréntesis puede observarse el tipo de objetivo con el que el parámetro está relacionado (A): Abundancia; (E): Extensión; (P): Persistencia; (R): Resiliencia. Fuente: Elaboración propia.

Además de los indicadores descritos en la tabla anterior se establecen una serie de medidas complementarias:

- Mantener las condiciones favorables para el crecimiento poblacional
- Establecer las causas de muerte para detectar posibles errores en el proceso de reintroducción o bien factores de estrés en el hábitat.
- Si no se obtiene una gran capacidad de dispersión de la planta debe iniciarse un programa de polinización controlada.
- Establecer un modelo demográfico para posteriormente analizar la elasticidad y sensibilidad descrito como las transiciones entre clases de edad o cambios en la tasa intrínseca de crecimiento de la población monitoreada que predigan la tendencia de la población con mayor precisión y, en el caso de considerarse

necesario, se establecerá una nueva estrategia que permita cumplir con los objetivos señalados.

- Estudio sobre la mínima población viable (MPV) y tamaño efectivo poblacional (Ne).
- Reposición de marras.
- Búsqueda activa de individuos de *Helianthemum polygonioides* en las cercanías.

Finalmente es importante citar una serie de recomendaciones para poder asegurar la supervivencia de esta especie cada vez más amenazada:

- Incluir todos núcleos poblacionales existentes dentro de la Reserva Natural “Saladar de Cordovilla” ampliando sus límites.
- Poner un sistema de vigilancia ambiental a través de una guardería para que se cumplan todas las restricciones establecidas tanto en el Plan de Recuperación como en la Declaración de Reserva Natural.
- Elaboración de informes completos sobre los resultados de este proyecto para poder utilizar este conocimiento en futuras reintroducciones y elaborar informes sobre el estado de conservación de esta especie.
- **Bibliografía**

Adrián Escudero & José María Iriondo. “Restauración de poblaciones amenazadas”. Restauración de ecosistemas mediterráneos. Capítulo VI. 113-140. 2003.

B. M. Pavik. “Demographic monitorin and recovery of endangered plants” In Bowler, M. y C. Whelin, editores. Recovery and restoration of endangered species: conceptual issues, planning, and implementation. Cambriadge University Press, Cambriage. 1994

COPETE CARREÑO, Miguel Ángel; FERRANDIS GOTOR, Pablo y HERRANZ SANZ, José Maña: “Aspectos de la biología poblacional y reproductiva del endemismo vegetal albacetense *Helianthemum polygonoides*. Resultados preliminares” 209-2 16. 2001.

Copete, M.A., J.M. Herranz, P. Ferrandis & J.J. Martínez-Sánchez. 2001a. “Efecto de la eliminación del pastoreo sobre el banco edáfico de semillas de la especie amenazada *Helianthemum polygonoides* Peinado & al. (Cistaceae)”. XII International Conference of the International Association of Botanic Gardens. Córdoba, 18-24 de junio.

Decreto 121/ 2006, de 12-12-2006, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los recursos naturales del Saladas de Cordovilla, en los términos municipales de Tobarra y Hellín de la provincia de Albacete, y se declara la reserva natural del Saladar de Cordovilla. Diario oficial de Castilla la Mancha. 27593-27606. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural. 2006

DECRETO 167/2006, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Plan de Recuperación del Cardo de Plata ("*Stemmacantha cynaroides*") y de la Jarilla de Cumbre ("*Helianthemum juliae*").

Decreto 236/1999, de 14-12-1999, por el que se aprueba el Plan de Recuperación de la especie de flora *Helianthemum polygonoides*. Diario oficial de Castilla la Mancha. 10517-10520. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural. 1999.

Font Quer, P. (1982). *Diccionario de Botánica*. 8ª reimpression. Barcelona: Editorial Labor, S. A.. 84-335-5804-8.

M. García-Rollán. "Atlas clasificatorio de la flora de España Peninsular y Balear". Volumen I. M.A.P.A. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 1996.

M. Peinado; J. M. Martínez-Parras; F. Alcaraz & L. Espuelas. "*Helianthemum polygoniodes* a new specie of the SE Iberian Peninsula." Candollea, nº 42: 361-364. Gêneve. 1987.

M.A. Alonso. "Conservación y biodiversidad de los ecosistemas vegetales de las zonas húmedas salinas de la provincia de Albacete". Instituto de Estudios Albacetenses. Serie I, nº 113. 1999.

M.Á. Copete, P. Ferrandis & J. M. Herranz. "*Helianthemum polygoniodes* peinado, Mart. Parras, Alcaraz & Espuelas". Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

M.Á. Copete, P. Ferrandis, E. Martínez- Duro, J. M. Herranz, F. Domínguez y M.J. Albert. "*Helianthemum polygoniodes* peinado, Mart. Parras, Alcaraz & Espuelas". Poblaciones en Peligro: Viabilidad Demográfica de la Flora Vascular Amenazada de España.93-96. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2009

P. Ferrandis, M.Á. Copete, Mª. J. Martínez-Lirón, E. M. Duro & J. M. Herranz. "Inventario, cartografía de distribución y evaluación del estado de conservación de la especie en peligro de extinción *Helianthemum polygoniodes* Peinado, Mart. Parras, Alcaraz & Espuelas". Grupo de Ecología y Gestión Forestal de la Universidad de Castilla- La Mancha. 2004.

S. Cirujano. "Los Saladares de Cordovilla (Tobarra, Albacete). Caracterización e Importancia" Real Jardín Botánico de Madrid. CSIC. 1990.

Vilagrosa, A.; Villar -Salvador, P. & Puértolas, J. (2006) El endurecimiento en vivero de especies forestales mediterráneas. In J. Cortina, R. Savé, J. Puértolas and A. Vilagrosa (eds.) Calidad de planta forestal para la restauración de ambientes mediterráneos. Estado actual de conocimientos. DGB. Ministerio de Medio Ambiente. Serie Forestal. Madrid-Spain. pp. 119-140.

